

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 48 530 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 01 F 37/00
H 01 F 1/147
H 04 B 15/00
H 03 H 7/01

21 Aktenzeichen: 195 48 530.0
22 Anmeldetag: 22. 12. 95
43 Offenlegungstag: 26. 6. 97

DE 195 48 530 A 1

71 Anmelder:
Vacuumschmelze GmbH, 63450 Hanau, DE
74 Vertreter:
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

72 Erfinder:
Hinz, Gerhard, 63755 Alzenau, DE; Ferch, Martin, Dr.,
63505 Langenselbold, DE; Herzer, Giselher, Dr.,
63486 Bruchköbel, DE; Pöss, Hans-Joachim, 63571
Gelnhausen, DE

54 **Stromkompensierte Funkentstördrossel**

57 Eine stromkompensierte Funkentstördrossel ist zur Einschaltung in die Einspeiseleitungen eines Gerätes der Leistungselektronik insbesondere dann geeignet, wenn der für den weichmagnetischen Kern eingesetzte Kernwerkstoff eine Permeabilität im Bereich von 10000 bis 60000, eine Sättigungsinduktion von $> 1 \text{ T}$ und einen spezifischen Widerstand $> 90 \mu\Omega\text{cm}$ besitzt.

DE 195 48 530 A 1

Die Erfindung betrifft eine stromkompensierte Funkentstördrossel mit einem weichmagnetischen Kern zur Einschaltung in die Einspeiseleitungen eines Gerätes der Leistungselektronik

Eine stromkompensierte Funkentstördrossel ist beispielsweise in DE-A 35 26 047 beschrieben. Die Wicklungen dieser Drossel sind so geschaltet, daß sich die magnetischen Flüsse, die aufgrund des Betriebsstromes induziert werden, gegenseitig aufheben, während Störströme, die gleichphasig durch beide Wicklungen fließen, eine Magnetisierung des weichmagnetischen Kerns zur Folge haben. Hierdurch wirkt die somit entstandene stromkompensierte Funkentstördrossel als sehr kleiner induktiver Widerstand in Bezug auf die Betriebsströme, während Störströme, die beispielsweise von angeschlossenen Geräten ausgehen und sich über Erde schließen, auf eine sehr hohe Induktivität treffen.

Der Kern der bekannten stromkompensierten Funkentstördrossel ist beispielsweise aus einem amorphen Band gewickelt. Hierdurch erreicht man eine sehr hohe Permeabilität, die es gestattet, bei kleinem Bauvolumen der Funkentstördrossel eine hohe Dämpfungswirkung zu erzielen. Dies liegt vor allem daran, daß die Induktivität der Drossel neben Windungszahl und Kernquerschnitt im wesentlichen von der relativen Permeabilität des weichmagnetischen Materials des Magnetkerns abhängt.

Setzt man derartige stromkompensierte Funkentstördrosseln ein für Verbraucher, die über gesteuerte Gleich- und Wechselrichter oder eine entsprechende gesteuerte Leistungselektronik an das Netz angeschlossen sind, so stellt man — insbesondere bei langen Leitungen zwischen Leistungselektronik und Verbraucher — fest, daß beim Erproben verschiedener Drosseln mit unterschiedlicher Bewicklung, Kerngröße und Kernmaterial eine Erhöhung der Permeabilität des eingesetzten Kernmaterials in manchen Fällen zu einer deutlichen Verschlechterung der Entstörwirkung führt.

Um diesen Effekt zu vermeiden, kann man auf Kernmaterial mit niedriger Permeabilität zurückgreifen. Dies hat allerdings zur Folge, daß man zur Einhaltung einer bestimmten Mindestinduktivität entweder die Windungszahl erhöhen und/oder den Kernquerschnitt vergrößern muß, so daß zur Gewährleistung der Entstörwirkung für derartige, über eine Leistungselektronik gesteuerte oder geregelte Verbraucher wesentlich größere und teurere Entstördrosseln erforderlich werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, eine Funkentstördrossel anzugeben, die auch bei derartigen Verbrauchern eine gute Entstörwirkung hat, ohne daß besonders große Abmessungen, bedingt durch Erhöhung von Windungszahl und/oder Kernquerschnitt erforderlich werden.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht erfindungsgemäß in der Wahl eines Kernwerkstoffes für den weichmagnetischen Kern einer stromkompensierten Drossel mit den Merkmalen, wie sie im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 aufgeführt sind. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Kernwerkstoff aus bestimmten, in den Unteransprüchen angegebenen Legierungen besteht und wenn die magnetische Kennlinie dieses Werkstoffes durch die dort genannten Maßnahmen entsprechend eingestellt ist.

Nanokristalline Legierungen, die zum Einsatz als Kernwerkstoff für eine erfindungsgemäße Funkentstördrossel vorteilhafterweise eingesetzt werden können,

werden so hergestellt, daß man zunächst eine Legierung mit der Formel:



herstellt,

wobei mit

R = eines oder mehrere der Elemente Nb, Ta, Mo, Zr und/oder anderer Übergangsmetalle der Nebengruppen IVb, Vb und VIb bezeichnet ist,

M = Co und/oder Ni bedeutet und mit

X = C, Ge und/oder andere Elemente der Hauptgruppen IIIa IVa Va bezeichnet ist. In der Formel gelten für die prozentualen Anteile der Elemente in at%:

a = 0–2; b = 2–10; c = 0–20; x = 0–18; y = 2–14; z = 0–5 und $7 < b+x+y+z < 30$. Diese Legierung

wird in einem Tiegel verflüssigt. Aus dem Tiegel wird die Legierung auf eine sich drehende Kühltrommel aufgebracht, wo sie zu einem amorphen Band erstarrt. Dieses amorphe Band ist duktil und kann leicht zu Ringbandkernen gewickelt werden. Die nanokristalline Struktur im Kernwerkstoff wird dann durch eine Wärmebehandlung eingestellt, die abhängig von der Kristallisationstemperatur des Werkstoffes ist und mindestens 5 min bis max. etwa 8 h dauern kann. Je nach Kristallisationstemperatur der betreffenden angewendeten Legierung findet die Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 470 bis 680°C statt. Um die angestrebten relativen Permeabilitätswerte zwischen 10 000 und 60 000 zu erreichen, wird mindestens während eines Teils der Wärmebehandlungszeit ein magnetisches Feld angelegt.

Zur Verminderung der Permeabilität wird das Feld dann so angelegt, daß es als Quersfeld wirkt, also die Magnetisierungsrichtung des angelegten Feldes quer zur späteren Magnetisierungsrichtung des gewickelten Ringbandkerns verläuft. Die beschriebenen nanokristallinen Legierungen haben einen relativ hohen spezifischen elektrischen Widerstand $R > 90 \mu\Omega\text{cm}$. Dadurch werden die durch Störströme entstehenden Wirbelstromverluste im Kern begrenzt und damit auch im Hinblick auf die Erwärmung relativ kleine Baugrößen einsetzbar.

Durch Teilluftspalte, unterschiedliche Behandlung von Teilen des Ringbandkerns oder ähnliche Maßnahmen kann man mit besonderem Vorteil erreichen, daß sich eine magnetische Kennlinie für den weichmagnetischen Kern ergibt, die bei kleiner Vormagnetisierung zunächst eine hohe relative Permeabilität im Bereich von 20 000 bis 60 000 aufweist, die dann bis zum Erreichen der Sättigung bei höherer Vormagnetisierung um mindestens 30% bezogen auf den Ausgangswert abfällt, so daß diese Permeabilität sich auf einen Wert zwischen 10 000 und 40 000 einstellt.

Patentansprüche

1. Stromkompensierte Funkentstördrossel mit einem weichmagnetischen Kern zur Einschaltung in die Einspeiseleitungen eines Gerätes der Leistungselektronik, dadurch gekennzeichnet, daß der eingesetzte Kernwerkstoff eine Permeabilität im Bereich von 10.000 bis 60.000, eine Sättigungsinduktion von > 1 Tesla und einen spezifischen Widerstand $> 90 \mu\Omega\text{cm}$ aufweist.

2. Funkentstördrossel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der eingesetzte Kernwerkstoff eine nanokristalline Struktur und eine Legie-

rungezusammensetzung



aufweist

mit R: eines oder mehrere der Elemente Nb, Ta, Mo, Zr und/oder anderer Übergangsmetalle der Nebengruppen Ivb, Vb und Vib;

M: Co und/oder Ni;

X: C, Ge und/oder anderer Elemente der Hauptgruppen IIIa, IVa, Va und a = 0–2 at-%; b = 2–10 at-%; c = 0–20 at-%; x = 0–18 at-%; y = 2–14 at-%; z = 0–5 at-% ist mit $7 < b+x+y+z < 30$.

3. Funkentstördrossel nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Material des Kerns einer Wärmebehandlung unterzogen wird für einen Zeitraum von mindestens 5 min und im Maximum 8 h in einem Temperaturbereich von 470 bis 680°C.

4. Funkentstördrossel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung zu mindestens 25% der Temperzeit in einem Magnetfeld senkrecht zu der im Betrieb auftretenden Magnetisierungsrichtung (Querfeld) stattfindet.

5. Funkentstördrossel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch eine Wärmebehandlung oder konstruktive Maßnahmen ein weichmagnetischer Kern eingesetzt ist, dessen magnetische Kennlinie eine nichtlineare Charakteristik aufweist, derart, daß die Permeabilität bei geringer Vormagnetisierung innerhalb eines Niveaus von 20 000 bis 60 000 liegt und daß bei erhöhter Vormagnetisierung bis zu etwa 95% der Sättigung des Kerns diese Permeabilität um mindestens 30% abfällt.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

This Page Blank (uspto)